

52100 AREZZO via P. Calamandrei 139 Tel. 0575/251756-351451
e-mail: info@studiopentium.it Fax 0575/251757

DESIGNAZIONE INTERVENTO

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO
FOTOVOLTAICO A TERRA DA
999,750kWp (CER)

COMMITTENTE

RINNOVAGRO Srl Soc. Agr.
Via Santa Lucia n.149
Castiglion Fiorentino (AR)

LOCALITA' D'INSTALLAZIONE

Ceppeto snc
CASTIGLION FIORENTINO (AR)

OGGETTO

RELAZIONE TECNICA

TAVOLA N.	RT FTV
-----------	--------

SCALA	* * *
-------	-------

DATA	Luglio 2026
------	-------------

AGGIORNAMENTI

IL TECNICO



1) PREMESSA, GENERALITA' E RIFERIMENTI

La presente relazione tecnica è parte integrante del progetto definitivo dell'impianto fotovoltaico grid-connected, per la produzione di energia elettrica, da installare a terra in Loc. Ceppetò snc, nel Comune di Castiglion Fiorentino (AR), su terreno in affitto alla Soc. Agr. Rinnovagro Srl, con sede in Via Santa Lucia n.146, Castiglion Fiorentino (AR).

La potenza nominale del generatore FTV, da installare a terra su strutture a vela, è pari a 999,750kWp, la potenza d'immissione sarà 990kWp (potenza minima tra la somma delle potenze degli inverter e la potenza del generatore FTV – Rif. CEI 0-16 art. 3.69).

L'impianto FTV sarà connesso alla rete MT a 15kV di e-Distribuzione ed opererà in regime di "Cessione Totale" ed entrerà a far parte di una Comunità Energetica Rinnovabile (CER).

Per l'intervento in oggetto è prevista la redazione del progetto ai sensi del Decreto 22 Gennaio 2008 n. 37.

1.2) OSSERVANZA DELLE LEGGI VIGENTI

La realizzazione di tutti gli impianti, nel loro complesso, avverrà nel pieno rispetto delle leggi e normative tecniche vigenti la cui conoscenza e applicazione sarà data per nota ed accettata dalla Ditta esecutrice degli impianti medesimi.

E' altresì chiaro che la/e Ditta/e realizzatrice sarà tenuta al rispetto ed alla applicazione di eventuali nuove normative o disposizioni di legge che dovessero essere emanate nel corso dei lavori e la cui applicazione sia espressamente richiesta per i lavori in essere, nonché alla realizzazione di eventuali modifiche o sistemazioni degli impianti realizzati sino alla piena loro collaudabilità da parte degli Enti preposti.

Oltre a quanto contenuto nella presente relazione dovranno essere rispettate tutte le Leggi, Norme e Regolamenti vigenti nel merito ed in particolare le norme riguardanti gli impianti emanate da E-DISTRIBUZIONE, I.S.P.E.S.L., CEI, UNI, UNEL, con particolare riferimento alle seguenti Norme CEI :

- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-3 Guida per la compilazione della documentazione per DM 37/08;
- CEI EN 50522 Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- CEI 17-43 Metodo per la determinazione della sovratemperatura mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS);
- CEI 20-13-V3:2018 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30kV;
- CEI-UNEL 35024/1 Portata dei cavi in rame in bassa tensione per cavi isolati con materiale elastomerico o termoplastico;
- CEI 11-20 e CEI 11-20V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 0-16 e s.m.i.: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle Imprese distributrici di energia elettrica;
- Allegato A.70 del Codice di Rete di Terna;
- CEI 11-35: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;

- CEI 11-27/1 Esecuzione dei lavori elettrici – Parte 1: requisiti minimi di formazione per lavori non sotto tensione su sistemi di Categoria 0, I, II e III e lavori sotto tensione su sistemi di Categoria 0 e I;
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;
- CEI EN 61936-1:2011-03 Impianti elettrici con tensione superiore a 1KV in corrente alternata. Parte 1: Prescrizioni comuni;
- CEI EN 62305 (CEI 81-10) e s.m.i.: Protezione contro i fulmini, serie composta da:
 - CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali;
 - CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio;
 - CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
 - CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture;
- CEI EN 60099-1-2 Scaricatori;
- CEI EN 60439(CEI 17-13) Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT), serie composta da :
 - CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
 - CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione (ASD);
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1) Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaici Parte 2: Prescrizioni per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3) Dispositivi fotovoltaici Parte 3: Principi di misura per sistemi fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727 (CEI 82-9) Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8) Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI 82-25 e s.m.i.: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE);
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) - parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);
- CEI EN 60555-1 Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1 : Definizioni;

- CEI EN 60445 (CEI 16-2) Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI EN 50499: Procedure per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici;
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of building – Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- UNI 8477-1:1983 Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell'energia radiante ricevuta;
- UNI 8477-2:1985 Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione degli apporti ottenibili mediante sistemi attivi o passivi;
- Legge n.186 del 01/03/68 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- Decreto 22/01/08 N.37. Norme per la sicurezza degli impianti;
- Circolare VV.F. n.1324 del 07/02/2012 – Guida all'installazione degli impianti fotovoltaici
- D.Leg. n. 493/94 Attuazione della direttiva CEE concernente le prestazioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro;
- D.M. 16/01/96 Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;
- Circolare 4 luglio 1996 Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;
- D.M. 29/05/2008 Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.

Qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si dovranno applicare le norme più recenti. Si applicheranno, inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra elencate, i documenti tecnici emanati dalle società di distribuzione di energia elettrica riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.

Nella scelta dei materiali non univocamente specificati negli elaborati grafici o nel computo si evidenzia che:

- a) Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici FV saranno adatti all'ambiente in cui verranno installati e saranno tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali possono essere esposte durante l'esercizio.
- b) Tutti i materiali avranno caratteristiche e dimensioni tali da rispondere alle norme CEI ed alle tabelle CEI UNEL attualmente in vigore ed essere dotati di marcatura CE.
- c) In particolare i materiali e gli apparecchi per i quali è prevista la concessione del Marchio di Qualità dovranno essere muniti di idoneo contrassegno.

1.3) DATI TECNICI DI RIFERIMENTO

1.3.1) Caratteristiche dell'impianto elettrico

- Sistema IT lato DC (campo fotovoltaico);
- Sistema TN-S lato AC;
- Alimentazione dalla rete MT di e-Distribuzione a 15kV, esercita con neutro compensato (sistema di II^a Categoria);
- Potenza di c.to c.to lato MT: 500MVA;
- Corrente di c.to c.to lato MT < 12,5kA;
- Trasformatore MT/BT da 1000kVA 15/0,4kV, isolato in resina, tensione di c.to c.to 6%,
- Corrente di c.to c.to presunta su lato BT 25,74kVA;
- Contributo alla corrente di c.to c.to, del generatore FTV, pari a 2.430A 400V;
- Distribuzione AC: 1F+N+PE e 3F+N+PE;
- Caduta di tensione massima ammissibile: 2% lato DC (Guida CEI 82-25) e 4% lato AC;
- Misura dell'energia prelevata e/o immessa nella rete (net metering): contatore bidirezionale, installato dal gestore di rete, idoneo a consentire il servizio di telelettura, per la misura dell'energia immessa in rete;
- Punto di consegna presente all'interno del locale misure nella cabina di consegna.

1.3.2) Dati di progetto relativi all'impianto fotovoltaico

- Tipo d'installazione: a terra su struttura a vela (tilt 30°);
- Orientamento del generatore fotovoltaico: SUD (Azimut 0°).

1.3.3) Dati di progetto relativi alle influenze esterne

- Temperatura: minima esterna: -10°C (cella FV: -10°C) / massima esterna: +46°C (cella FV: +70°C);

2) DESCRIZIONE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO

Il generatore sarà costituito da un unico campo FTV a terra, sarà collegato in parallelo alla rete pubblica, tramite fornitura MT. I moduli saranno fissati su struttura metallica a vela, infissa a terra, con tilt 30° ed orientamento SUD (Azimut 0°).

L'intero generatore sarà composto da 1.550 moduli bifacciali tipo Longi, mod. LR7-72HVD-645M da 645Wp cad., con celle in silicio monocristallino, per una potenza totale pari a 999,750kWp, intesa come somma delle potenze di targa, picco o nominali di ciascun modulo, misurata in condizioni STC (Standard Test Condition), che prevede un irraggiamento pari a 1.000W/mq con distribuzione dello spettro solare di riferimento di AM=1,5 e temperatura delle celle di 25°C, secondo Norme CEI EN 904/1-2-3.

La potenza ai fini della connessione (potenza minima tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore collegato allo stesso inverter), risulta pari a 990kWp.

L'impianto fotovoltaico in oggetto sarà composto dai seguenti elementi disposti in campo, di seguito indicati:

2.1) CAMPO FTV (retro strutture di sostegno moduli)

- n. 9 inverter DC/AC di stringa da 110kW 400V, dotati di sezionatore DC sotto-carico e limitatore di sovratensione in Classe II sul lato DC ed AC;
- n. 9 quadri (QDDG), ciascuno contenente il dispositivo di generatore:
 - Dispositivi di Generatore (DDG), idonei ad escludere il gruppo di conversione in condizioni di “aperto”, ciascuno costituito da interruttore automatico magnetotermico con sganciatore di apertura, di idonea corrente nominale, potere d'interruzione;

2.2) CABINA DI TRASFORMAZIONE MT/BT

- n. 1 quadro (Q.DDI) per il parallelo degli inverter, contenente il dispositivo e la protezione d'interfaccia (DDI+SPI):
 - Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI) esterno ai gruppi di conversione, installato nel QDDI, così come previsto per impianti con potenza nominale superiore a 20kWp e/o più di tre convertitori DC/AC. L'SPI è dotato di protezione di minima e massima tensione, di protezione di minima e massima frequenza e di protezione omopolare (59Vo) e di sistema di teledistacco”. Il rinalzo, alla mancata apertura del DDI è presente, in quanto l'impianto di produzione ha una potenza superiore a 400kW, (CEI 0-16, art. 8.8.8.3);
 - Dispositivo d'Interfaccia (DDI), asservito al sistema di protezione d'interfaccia (SPI), dotato di sicurezza intrinseca tramite bobina di apertura a mancanza di tensione, alimentata da UPS on-line, da settore UPS del QDDI stesso;
- n. 1 settore UPS (all'interno del QDDI), alimentato da UPS on-line 2kVA, contenente gli interruttori di protezione per l'alimentazione dell'SPI, della segnalazione delle anomalie dell'impianto FTV e del relativo sgancio, della centralina termometrica del trafo MT/BT e degli ausiliari delle celle MT;
- n. 1 trasformatore MT/BT, isolato in resina, da 1000kVA, posto all'interno di locale dedicato, accessibile tramite porta dotata di serratura AREL, anella con il sezionatore di terra della cella MT;
- n. 1 cella MT costituita da risalita e da interruttore di protezione (Dispositivo Generale - DG), combinato con sezionatore ed associato al relè del Sistema di Protezione Generale (SPG); all'interno della stessa cella sarà presente una terna di TV a triangolo aperto, per il prelievo della tensione omopolare utilizzata dalla protezione 59Vo del SPI.

2.3) MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli FTV previsti saranno in silicio monocristallino bifacciale, incorniciati, rigidi, di potenza pari a 645Wp, con 144 semicelle collegate in serie e parallelo tra loro.

La scelta del modulo con celle monocristalline, è stata effettuata in quanto risulta essere un modulo con ottima efficienza, oltre che essere più performante alle alte temperature.

I moduli dovranno avere data di produzione non superiore a 12 mesi dalla data di fornitura e costruiti secondo la vigente normativa europea, relativamente alle prestazioni meccaniche di resistenza ai carichi

statici e dinamici, apportati dalla pressione di neve e vento, inoltre dovranno avere il certificato di garanzia di 15 anni contro i difetti di fabbricazione del prodotto.

La garanzia sulla producibilità non dovrà essere inferiore al 80% a 30 anni.

Dovranno essere dotati di almeno tre diodi di by-pass, cornice in alluminio anodizzato, tolleranza positiva sulla potenza di uscita 0/+3%, Certificato di Garanzia sul Prodotto e Certificato rilasciato all'azienda produttrice dei moduli che attesti la conformità ai requisiti delle normative ISO 9001:2008 (Sistema di gestione della qualità), OHSAS 18001 (Sistema di gestione della salute e sicurezza del lavoro), ISO 14000 (Sistema di gestione ambientale) e Certificato di adesione ad un Consorzio di riciclo per moduli FTV a fine vita.

2.4) STRUTTURE/ELEMENTI DI SOSTEGNO DEI MODULI

I moduli fotovoltaici saranno installati a terra mediante struttura in acciaio, fissata al suolo tramite profili di ancoraggio realizzate in acciaio zincato a caldo.

Le strutture di sostegno saranno inclinate a 30° rispetto al piano orizzontale (tilt) e saranno orientate a SUD (Azimut 0°). A tal proposito è stato valutato l'ombreggiamento che ogni falda FTV ha sulle falde retrostanti (altezza del sole 23,2° al solstizio d'inverno), le distanze previste tra le varie file è tale da permettere un buon rapporto tra potenza installata e perdite per ombreggiamento in funzione della superficie a disposizione.

2.5) STRINGHE FOTOVOLTAICHE

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da:

- n. 36 stringhe da 17 moduli FTV cadauna
- n. 22 stringhe da 16 moduli FTV cadauna
- n. 8 stringhe da 15 moduli FTV cadauna
- n. 6 stringhe da 14 moduli FTV cadauna
- n. 12 stringhe da 11 moduli FTV cadauna
- n. 12 stringhe da 10 moduli FTV cadauna
- n. 8 stringhe da 9 moduli FTV cadauna

I gruppi di stringhe saranno collegati in parallelo tramite il rispettivo inverter.

Le condizioni termiche ambientali influiscono notevolmente sui parametri elettrici dei moduli fotovoltaici e di conseguenza sui valori di stringa; con l'innalzamento della temperatura, infatti, decresce il valore della tensione, che potrebbe raggiungere perfino il valore minimo di soglia per l'attivazione dell'inverter, mentre al contrario, con l'abbassamento della temperatura, si innalza il valore di tensione che potrebbe superare il limite di soglia previsto per l'ingresso nell'inverter.

I valori di input utilizzati nel dimensionamento del campo fotovoltaico, relativamente alle condizioni termiche ambientali (acquisendo valori a vantaggio della sicurezza), in funzione del tipo di modulo e dell'inverter utilizzato, sono i seguenti:

- Minima temperatura delle celle: -10°C;
- Massima temperatura delle celle: +70°C.

2.6) CONVERTITORE STATICO DC/AC

Il sistema di conversione costituisce l'interfaccia tra il campo fotovoltaico e la rete locale di e-Distribuzione; nel caso specifico si prevede l'utilizzato n.9 inverter ZCS AZZURRO mod. "110KTL-V4", di potenza nominale 110kW 400V, collegati direttamente alle rispettive stringhe fotovoltaiche.

Tutti gli inverter saranno dotati di sezionatore DC sotto-carico, in grado di sezionare contemporaneamente lato DC e lato AC, limitatore di sovratensione in Classe II, sul lato DC e sul lato AC, e scheda di comunicazione dotata di porta di connessione RS485 ed Ethernet.

Il convertitore statico DC/AC sarà a commutazione forzata e lavorerà in parallelo alla rete di e-Distribuzione, a cui fornirà l'energia generata dal campo fotovoltaico.

L'inverter sarà dotato di idonea protezione in modo che, in caso di black-out sulla rete di e-Distribuzione, venga isolato e non possa funzionare in isola; non sarà soggetto ad interferenze elettromagnetiche ed avrà filtri per impedire interferenze con le radiofrequenze in ingresso ed in uscita. Sarà conforme alla Norma CEI 0-16 s.m.i..

2.7) DISPOSITIVO DI GENERATORE (DDG)

In prossimità di ciascun inverter, da installare sul retro delle strutture di sostegno dei moduli FTV, in zona baricentrica rispetto al rispettivo sotto-campo, saranno installati i quadri contenenti il "dispositivo di generatore (DDG)", idoneo ad escludere il rispettivo gruppo di conversione in condizioni di "aperto".

Il DDG sarà costituito da interruttore automatico magnetotermico scatolato DIN, da installare all'interno di cassetta in materiale termoplastico, con sportello cieco, IP66.

2.8) QUADRO DI PARALLELO INVERTER Q.DDI - DISPOSITIVO E SISTEMA DI PROTEZIONE D'INTERFACCIA (DDI + SPI)

Le nove linee derivate a valle di ciascun QDDG, posto in campo, saranno collegate in parallelo tramite il QDDI, previsto all'interno del locale BT, nella cabina di trasformazione MT/BT. Tali circuiti saranno attestati a valle di altrettanti interruttori automatici magnetotermici differenziali scatolati.

All'interno del Q.DDI, sarà installato anche l'interruttore automatico magnetotermico motorizzato, con bobina di minima tensione, che svolgerà la funzione di dispositivo d'interfaccia (DDI); con la sua apertura assicurerà la separazione del gruppo di produzione dalla rete pubblica. Il DDI sarà "a sicurezza intrinseca", ovvero, dotato di bobina di apertura a mancanza di tensione, alimentata in serie al contatto di scatto del Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI) che provocherà l'apertura dello stesso DDI, sia in caso di corretto intervento, che di guasto interno alla protezione, sia in caso di mancanza di alimentazione ausiliaria.

Nel Q.DDI sarà installato anche il limitatore di sovratensione, con idonee caratteristiche, ed il sezionatore portafusibili per il prelievo delle tensioni concatenate del SPI. L'interruttore generale del QDDI, dotato di bobina di sgancio a lancio di corrente, avrà la funzione di dispositivo di ricalzo (DDR), comandato dalla SPI, dato che l'impianto ha potenza maggiore di 400kW.

Il Sistema di Protezione d'Interfaccia (SPI), costituito essenzialmente da relè di frequenza e di tensione, viene previsto a tutela degli impianti di e-Distribuzione e del Cliente produttore, in occasione di guasti e

malfunzionamenti della rete durante il regime di parallelo, sarà alimentato dall'UPS (gruppo di continuità on-line), tramite settore dedicato all'interno dello stesso QDDI.

Le funzioni della protezione d'interfaccia, previste dalla norma, sono:

- protezione di minima frequenza;
- protezione di massima frequenza;
- protezione di minima tensione;
- protezione di massima tensione;
- protezione della tensione omopolare.

Tenendo conto dei valori di taratura e dei tempi d'intervento indicati, per tutti i tipi di guasto sulla rete di e-Distribuzione, si avrà normalmente l'intervento del relè di frequenza; i relè di tensione, invece, assolveranno prevalentemente alla funzione di rincalzo.

Tali protezioni, facendo intervenire il dispositivo d'interfaccia, aprono il circuito dell'impianto di produzione di energia elettrica collegato sulla rete di distribuzione, evitando che:

- a) in mancanza della rete di e-Distribuzione il generatore fotovoltaico possa alimentare la rete di distribuzione stessa;
- b) un eventuale guasto lato generatore fotovoltaico, possa continuare ad alimentare il guasto stesso prolungando il tempo di estinzione dell'anomalia e pregiudicando l'eliminazione del guasto stesso con possibili conseguenze sulla sicurezza.

Il Q.DDI, costituito da armadio metallico, IP30, con porta trasparente e chiusure a chiave, sarà installato all'interno della cabina MT/BT.

2.9) QUADRO SERVIZI AUSILIARI (Q.AUX)

In prossimità del QDDI, sarà installato il QAUX, contenente gli interruttori di protezione dei circuiti luce, prese e del torrino di estrazione aria della cabina MT/BT e della cabina di consegna, del circuito di alimentazione dell'UPS, dei circuiti ausiliari per il riarmo del DDI e per il modem del teledistacco.

Nel QAUX sarà realizzato un settore UPS, alimentato dall'UPS on-line da 2kVA 230V. All'interno dello stesso settore, oltre all'interruttore di protezione del SPI, saranno presenti anche le protezioni per la segnalazione delle anomalie dell'impianto FTV, della centralina termometrica del trafo MT/BT, degli ausiliari delle celle MT e del relè differenziale esterno con toroide installato nel centro-stella del trafo.

2.10) QUADRO MT CABINA DI CONSEGNA

Le linea MT, in uscita dal trasformatore, sarà collegata nel quadro MT costituito da interruttore di protezione linea (Dispositivo Generale - DG) e relè di protezione (Sistema di Protezione Generale – SPG) con ingresso ed uscita cavi dal basso, prima del collegamento in parallelo sulla rete di e-Distribuzione.

2.11) CAVI DI CABLAGGIO DC - AC/BT – AC/MT

I moduli fotovoltaici, in uscita dalla "Junction Box" posta sul retro, sono dotati di "cavi solari" da 4mmq, attestati con connettori MC (Multi-Contact) ed il cablaggio tra i moduli sarà realizzato tramite tali cavi.

I collegamenti delle stringhe al rispettivo inverter (prolungamento delle stringhe), invece, saranno realizzati tramite cavi unipolari da 6mmq H1Z2Z2-K.

I restanti collegamenti BT saranno realizzati tramite cavi CPR uni/multipolari isolati in EPR di tipo FG16(O)R16.

I circuiti MT saranno realizzati con cavi unipolari schermati RG26H1M16.

Per una migliore comprensione delle sezioni e dei tipi di conduttori utilizzati per i collegamenti tra le varie apparecchiature presenti nell'impianto, dal campo fotovoltaico al punto di consegna, si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

3) CONNESSIONE ALLA RETE MT DI "E-DISTRIBUZIONE"

Per la connessione alla rete MT si fa riferimento alla Norma CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica".

L'impianto fotovoltaico sarà allacciato, all'interno della cabina di consegna esistente, su un nuovo punto di connessione in MT da 15kV (nuovo POD), la tensione di riferimento per l'isolamento delle apparecchiature è pari a 24kV.

La trasformazione MT/BT sarà realizzata tramite un trasformatore trifase isolato in resina, con collegamento a triangolo lato MT ed a stella lato BT, con centro-stella collegato a terra.

La terna di cavi di collegamento MT, comprese le terminazioni, con la cabina di consegna di e-Distribuzione sarà fornita ed allestita dal Cliente ed avrà sezione non inferiore a 95mmq.

3.1) ALLACCIAMENTO ALLA RETE MT

3.1.1) Dispositivo Generale DG

Il dispositivo generale sarà costituito, a partire dal lato alimentazione di e-Distribuzione, da un sezionatore tripolare ed un interruttore asservito al sistema di protezione generale (SPG).

Gli interruttori saranno tripolari simultanei ed avranno potere d'interruzione adeguato alla corrente di c.to c.to della rete, con un minimo di 12,5KA.

3.1.2) Sistema di Protezione Generale SPG

Al fine di evitare che guasti interni all'impianto del Cliente abbiano ripercussioni sull'esercizio della rete di e-Distribuzione, saranno presenti nell'impianto, protezioni generali di massima corrente a due soglie e anche contro i guasti a terra, tarate secondo le prescrizioni del Distributore.

La protezione di massima corrente sarà realizzata mediante relè di tipo unipolare, almeno su due fasi, a due soglie d'intervento (azionanti l'interruttore), alimentata da TA 100/5A e toroide di corrente omopolare aperto CEI 0-16.

La protezione contro i guasti a terra è realizzata con relè di massima corrente omopolare, alimentata da trasformatori di corrente toroidali, tarata secondo i dati riportati nella CEI 0-16. Per questo relè l'errore sulla misura della corrente omopolare dovrà essere inferiore al 5%.

Nel caso specifico l'interruttore sarà dotato delle seguenti protezioni :

- Protezione $I > 50$; funzione: Massima corrente di fase istantanea (Protezione contro il c.to c.to tra le fasi);
- Protezione $I > 51$; funzione: Massima corrente di fase temporizzata (Protezione contro il sovraccarico o il c.to c.to tra le fasi);
- Protezione $I_0 > 50N$; funzione: Massima corrente di terra istantanea (Protezione contro il guasto a terra istantaneo);
- Protezione $I_0 > 51N$; funzione: Massima corrente di terra temporizzata (Protezione contro il guasto a terra ritardato).

La protezione direzionale di terra (67.x) non è necessaria, in quanto l'estensione della rete in MT è inferiore a 530m.

3.1.3) Locali tecnici

Il cliente metterà a disposizione di e-Distribuzione un locale per l'impianto di consegna ed un locale di misura con accesso libero da strada aperta al pubblico. Tali locali, posti all'interno dell'area di pertinenza del cliente, saranno di tipo prefabbricato.

I locali avranno caratteristiche statiche e meccaniche adeguate alle sollecitazioni dovute al montaggio degli impianti interni, la loro costruzione dovrà corrispondere alle indicazioni della Norma CEI 11-35 ed alle prescrizioni Enel DG2061 Ed.9.

Tutti i locali saranno dotati di impianto d'illuminazione e presa bipolare, alimentati dalla rete BT del cliente. Il locale di consegna costituirà un compartimento stagno agli effetti dell'incendio, con pareti aventi classe di resistenza al fuoco almeno REI 60; pertanto fiamme, calore e fumi non interesseranno altre parti del fabbricato.

Le aperture presenti nel locale di consegna (porte e finestre con griglie di aerazione) comunicheranno con spazi a cielo libero.

4) IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra disperdente, unico per l'intero generatore FTV, sarà realizzato in conformità alla Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) e CEI EN 50522 (CEI 99-3), perimetralmente alla cabina di consegna ed alla cabina di trasformazione (anello equipotenziale, distanza ≥ 1 m, e collegato alla rete elettrosaldata di fondazione).

L'impianto di terra sarà costituito da corda di rame nuda 1x35mmq con diametro del filo elementare 1,8mm (CEI 64-8/5 art. 542.2.3 ed art. 542.2.4) posata a diretto contatto con il terreno ad una profondità di 90 cm, collegata a n.13 dispersori intenzionali, infissi nel terreno (di cui n.6 installati all'interno di pozzetti ispezionabili e n.7 non ispezionabili), in FeZn a caldo (CEI 7-6) profilato a "X" 50x50x5mm H=1,5m (CEI 64-8/5 art. 542.2.3 e 542.2.4).

Il conduttore di terra, essendo in rame di tipo nudo e posato a diretto contatto con il terreno, per garantire resistenza meccanica ed alla corrosione, non dovrà avere sezione trasversale inferiore a 35mmq e diametro del filo elementare inferiore a 1,8mm.

Il centro stella del secondario del trasformatore MT/BT da 1.000kVA sarà collegato a terra (Sistema TN-S).

Il dimensionamento del conduttore di protezione (PE), lato BT, è stato effettuato utilizzando la tabella 54F della Norma CEI 64-8 art. 543.1.2.

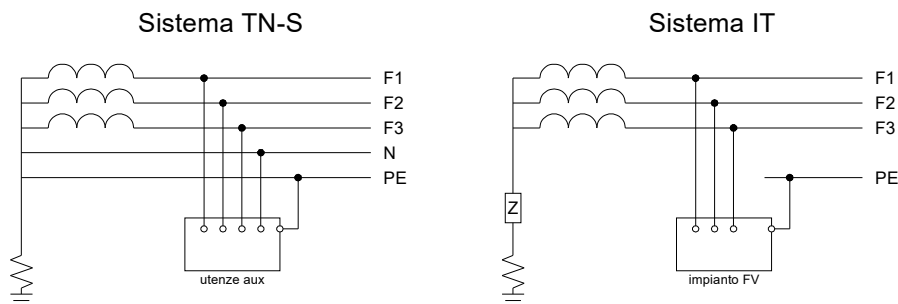
Il collettore di terra interno alla cabina sarà, inoltre, collegato all'impianto di terra (dispensore di terra ispezionabile più vicino) tramite corda di rame nuda 1x35mmq, posata a diretto contatto con il terreno.

I collegamenti equipotenziali principali EQP e supplementari EQS saranno realizzati rispettivamente con sezione pari a 25mmq (CEI 64-8/5 art. 547.1.1) e con sezione pari a 16mmq (CEI 64-8/5 art. 543.1.3).

All'interno dei quadri elettrici sarà realizzato il collettore di terra, per il collegamento dei conduttori di protezione PE e dei conduttori equipotenziali EQP ed EQS, i quali verranno collegati all'impianto di messa a terra presente in cabina, tramite conduttore di protezione di adeguata sezione.

I limitatori di sovratensione a protezione del campo fotovoltaico verranno collegati all'impianto di terra tramite conduttore 1x6mmq FS17 giallo-verde.

Le strutture metalliche di sostegno dei moduli FV (e di conseguenza anche le cornici dei moduli FV) saranno collegate all'impianto di messa a terra tramite corda di rame nuda 1x35mmq; le strutture a vela adiacenti verranno tra loro interconnesse per il collegamento all'impianto di terra, tramite conduttore FS17 1x16mmq Giallo-Verde.



4.1) COORDINAMENTO PROTEZIONI MT CON IMPIANTO DI TERRA

I dati di rete per impianti alimentati in MT, con neutro compensato, ovvero, collegato a terra tramite impedenza (bobina di Petersen), risultano essere i seguenti:

- Corrente di guasto monofase a terra I_F : 40A;
- Tempo di eliminazione del guasto monofase a terra t_F : $\gg 10\text{sec.}$;

La Norma CEI EN 50522 stabilisce il valore della tensione di contatto ammissibile U_{Tp} in relazione al tempo d'intervento delle protezioni (t_F), per cui un impianto di terra è ritenuto sicuro, nei confronti di un guasto a terra in media tensione, se la tensione di contatto che si può stabilire in un punto qualsiasi dell'impianto di terra (unico per media e bassa tensione), non supera la tensione di contatto ammissibile U_{Tp} .

Quindi, se la tensione totale di terra $U_E = Z_E I_F$ è inferiore, o tutt'al più uguale, alla tensione di contatto ammissibile ($U_E \leq U_{Tp}$), l'impianto di terra garantisce senz'altro la sicurezza.

Dalla Tabella B.3 della Norma CEI EN 50522 si ricava, in corrispondenza del valore $t_F \gg 10\text{s}$ (e-Distribuzione $t_F = 10\text{s}$) un valore di tensione di contatto ammissibile $U_{Tp} = 80\text{V}$.

Presupponendo che $U_{Tp} = U_E = 80V$, si può ricavare quanto dovrà essere il valore massimo dell'impedenza di terra (Z_E) per soddisfare la relazione $U_E \leq U_{Tp}$, tramite la seguente formula inversa:

$$Z_E = U_E / I_F$$

quindi, sostituendo con i rispettivi valori, avremo $Z_E = 80V / 40A = 2\Omega$.

Pertanto il valore dell'impedenza di terra che garantirà il coordinamento con le protezioni MT non dovrà superare 2Ω .

5) DIMENSIONAMENTO IMPIANTI

5.1) PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

Tutti i circuiti sono calcolati per risultare correttamente protetti sia contro i c.to c.to che i sovraccarichi.

Le protezioni sono realizzate con interruttori aventi potere d'interruzione superiore alle presunte correnti di c.to c.to e correnti nominali tali da rispettare sempre le relazioni:

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad e \quad I_f \leq 1,45 I_z$$
$$(I^2 t) \leq K^2 S^2$$

Tutti gli interruttori saranno omnipolari.

Per dimensionare la protezione contro i sovraccarichi sono state determinate le correnti d'impiego di tutti i circuiti, definendo quindi le correnti nominali da assegnare ad ogni singolo interruttore.

La portata del cavo I_z è stata calcolata tenendo conto della Norma CEI UNEL 35024/1 e CEI-UNEL 35026; particolare attenzione è stata riposta nell'esame del numero di circuiti raggruppati all'interno delle condutture, del tipo di posa, della temperatura del luogo di installazione e del tipo di isolante in modo da ottenere un coefficiente di declassamento che tenga effettivamente conto della reale situazione impiantistica.

Un'altra caratteristica fondamentale, ottemperata nel dimensionamento dei cavi posati in cavidotto o cunicolo, è la possibilità di dissipare calore; infatti i cavi installati con questo tipo di posa si possono considerare termicamente indipendenti solo se tra loro la distanza è $\geq 1m$.

Si fa inoltre presente che ai fini del calcolo, in osservanza alle norme, ogni qualvolta i conduttori risultino installati con modalità di posa diverse lungo il loro percorso, si è calcolata la sezione per il tipo di posa più gravoso ai fini dello scambio termico con l'esterno.

Per quanto concerne la protezione da c.to c.to, tenuto conto dell'impedenza del trasformatore e dell'incidenza dell'impedenza della rete primaria, presupponendo una Pcc pari a 500 MVA, è stata calcolata la Icc sul secondario del trasformatore.

Successivamente, considerando le sezioni dei conduttori dei vari circuiti, è stata calcolata la Icc 3F e la Icc FN in tutti i punti dell'impianto.

La verifica dell'Icc è stata effettuata tenendo conto della riduzione della sezione del conduttore di neutro pari al 50% della sezione del conduttore di fase, nel rispetto dell'art. 473.3.2.1c della Norma CEI 64-8/4, essendo soddisfatte le due seguenti condizioni :

- "il conduttore di neutro è protetto contro i c.to c.ti dal dispositivo di protezione dei conduttori di fase del circuito;

- la massima corrente che può attraversare il conduttore di neutro in servizio ordinario è chiaramente inferiore al valore della portata di questo conduttore.”

Il criterio per il dimensionamento della sezione del conduttore di neutro ha seguito la seguente logica:

- a) per sezioni del conduttore di fase fino a 16mmq il conduttore di neutro avrà la stessa sezione (in questo caso la Norma CEI 64-8/4 all'art. 473.3.2.1a non richiede né la rilevazione delle sovracorrenti né un dispositivo di interruzione sullo stesso conduttore);
- b) per sezioni del conduttore di fase pari a 25mmq il conduttore di neutro avrà sezione pari a 16mmq;
- c) per sezioni del conduttore di fase uguali o superiori a 35mmq il conduttore di neutro avrà sezione pari al 50% del conduttore di fase con un minimo di 25mmq.

A maggior sicurezza abbiamo ritenuto opportuno utilizzare interruttori scatolati provvisti di protezione magnetotermica sul conduttore di neutro pari al 60% di quella delle fasi.

Per quanto concerne la verifica delle protezioni contro il c.to c.to sono state confrontate le curve dell'energia specifica passante lasciata fluire dagli interruttori ($I^2 t$) con le curve dell'energia specifica passante sopportabile dai cavi ($K^2 S^2$); tali interruttori, previsti per l'interruzione automatica dell'alimentazione, hanno caratteristiche tali che in caso di guasto l' $I^2 t$ lasciato fluire, nel tempo d'intervento, non risulta superiore al $K^2 S^2$ dei cavi, considerata la loro sezione e tipo di isolamento.

Tutti i circuiti, in osservanza dell'art. 751.04.2.7 della Norma CEI 64-8/7, sono stati protetti contro i sovraccarichi e contro i c.to c.ti con dispositivi di protezione posti esclusivamente al loro inizio.

5.2) PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI (SISTEMA TN-S)

Tutte le masse verranno collegate tramite conduttore di protezione all'impianto di terra, unico per tutto l'edificio.

Nel sistema TN-S per soddisfare la protezione contro i contatti indiretti, sarà garantita la seguente relazione:

$$I_a \leq U_0 / Z_s \quad (\text{CEI 64-8/4 par. 413.1.3.3})$$

dove:

- I_a (A) è la corrente che provoca l'apertura automatica del dispositivo di protezione entro i tempi previsti dalla norma in funzione della tensione nominale verso terra del sistema (per $U_0 = 400V$ $t=0,2s$);
- U_0 (V) è la tensione nominale (valore efficace) tra fase e terra;
- Z_s (Ω) è l'impedenza dell'anello di guasto, dalla sorgente di energia fino al punto di guasto, e comprende l'impedenza del conduttore di fase e di protezione, trascurando l'impedenza di guasto.

I dispositivi utilizzati per l'interruzione automatica dell'alimentazione, così come previsto dalla norma, sono il dispositivo di protezione contro le sovracorrenti ed il dispositivo a corrente differenziale.

Nel caso in cui la protezione delle persone sia stata verificata con l'utilizzo dello stesso dispositivo impiegato per la protezione contro le sovracorrenti, nella relazione sopra indicata, la corrente d'intervento è quella della protezione magnetica I_m . Il tempo d'intervento della protezione magnetica è infatti inferiore ai tempi massimi previsti dalla norma. La relazione diventa quindi $I_m \leq U_0 / Z_s$.

Per i circuiti di distribuzione e per i circuiti terminali che alimentano solo componenti elettrici fissi, la norma ammette tempi d'intervento inferiori o uguali a 5 sec.

Nel caso in cui la protezione delle persone sia stata verificata con l'utilizzo di un dispositivo d'interruzione equipaggiato con relè differenziale, la corrente utilizzata per la verifica è la soglia d'intervento nominale $I_{\Delta n}$ del dispositivo differenziale. La relazione diventa quindi $I_{\Delta n} \leq U_0 / Z_s$.

Qualora la protezione contro i contatti indiretti, non fosse verificata utilizzando i comuni dispositivi di protezione, si potranno adottare i seguenti accorgimenti:

- utilizzo di uno sganciatore a soglia magnetica bassa;
- interruttori modulari con curva d'intervento tipo B;
- interruttori scatolati con sganciatore magnetotermico;
- interruttori equipaggiati con sganciatore elettronico.

Abbassando, se fattibile, la soglia d'intervento del relè magnetico, è possibile proteggere contro i contatti indiretti condutture di impedenza maggiore. La fattibilità è funzione dei limiti di selettività elevati e dei rischi di scatti intempestivi dovuti a correnti di avviamento importanti, pertanto di fronte a tali problematiche la scelta può ricadere nell'aumento della sezione del cavo, per ridurre l'impedenza dell'anello di guasto. Nel caso in cui le scelte di cui sopra non siano state tecnicamente ed economicamente convenienti, è stato previsto l'utilizzo del dispositivo differenziale che permette di realizzare la protezione contro i contatti indiretti in tutti quei casi dove l'intervento della protezione magnetica non è assicurata; il dispositivo differenziale, nella maggior parte dei casi rende la protezione indipendente dai parametri dell'impianto elettrico (lunghezza e sezione dei cavi).

Per la protezione contro i contatti indiretti, nei circuiti terminali, verranno installati interruttori magnetotermici differenziali ad alta sensibilità ($I_{\Delta n} = 30/300\text{mA}$).

5.3) PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI (SISTEMA IT)

L'impianto elettrico DC, compreso tra i moduli fotovoltaici gli inverter, è isolato da terra, quindi il sistema elettrico è IT.

Questo sistema ha le parti attive isolate da terra e le masse collegate a terra tramite il conduttore PE.

Il vantaggio principale del sistema IT è la maggior continuità di servizio, dovuta al fatto che un primo guasto a terra per difetto d'isolamento fa circolare una corrente molto piccola, che si richiude attraverso le capacità parassite verso terra dei conduttori e che quindi non richiede l'interruzione del circuito.

Allo scopo di poter eliminare il primo guasto nel più breve tempo possibile, è presente, all'interno di ciascun inverter, un dispositivo di controllo d'isolamento delle parti attive verso terra a funzionamento continuo, in modo da poter prevenire il secondo guasto a terra, ciò comporterebbe una corrente molto elevata, dovuta alla bassa impedenza per difetto d'isolamento.

La misura dell'isolamento è effettuata sovrapposendo al sistema una tensione alternata di prova, codificata con impulsi negativi e positivi di uguale ampiezza, ma con periodo dipendente dalle dispersioni capacitive e dalla resistenza d'isolamento della rete. Un guasto o un degrado dell'isolamento fra la rete e la terra (1° guasto a terra) chiude il circuito di misura, permettendo la circolazione della corrente di prova che viene rilevata dallo strumento, il quale calcola il valore resistivo dell'isolamento e disconnette l'inverter dalla rete. L'anomalia verrà immediatamente segnalata localmente tramite il display presente su ciascun inverter.

Nel caso in cui si verificasse il secondo guasto (c.to c.to), prima dell'eliminazione del primo guasto, le apparecchiature di protezione garantiranno la protezione selettiva dalle sovracorrenti.

5.4) PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Impianti BT

Tale protezione sarà effettuata mediante i seguenti accorgimenti:

- a) tutte le parti attive saranno ricoperte da un isolamento rimovibile mediante distruzione;
- b) le parti attive poste dentro involucri o dietro barriere avranno un grado di protezione non inferiore ad IP 2X (XXB), mentre le superfici orizzontali degli involucri a portata di mano avranno grado di protezione non inferiore ad IP 4X (XXD). L'apertura di involucri o l'eliminazione di barriere sarà possibile solo mediante l'uso di un attrezzo.

L'impiego di interruttori differenziali con $I_{dn} \leq 30$ mA garantisce una ulteriore protezione addizionale contro i contatti diretti.

6) VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Il D.Lgs 81/2008 (Testo Unico sulla sicurezza del lavoro) impone al datore di lavoro di valutare i rischi dovuti ai campi elettromagnetici; in particolare l'art. 181 Comma 1 prevede che debbano essere valutati tutti i rischi derivanti da esposizioni agli agenti fisici in modo da identificare ed adottare le opportune misure di prevenzione e protezione. Tra gli agenti fisici sono compresi i campi elettromagnetici.

Per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici si fa riferimento alla Norma CEI EN 50499 in corso di validità dal 01/12/2009, dal titolo "Procedure per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici".

I valori di azione del campo elettromagnetico alla frequenza industriale di 50Hz per i lavoratori è di 500 μ T, mentre per la popolazione è di 100 μ T, con obiettivo di qualità pari a 3 μ T.

Per determinare quale livello della valutazione del luogo di lavoro sia necessario, occorre caratterizzare il luogo di lavoro, cioè stabilire quali apparecchiature elettriche siano presenti nel luogo ed emettano campi elettromagnetici nello stesso.

L'impianto è caratterizzato da:

- 1) assenza di lavoratori per periodi maggiori di 4 ore consecutive;
- 2) presenza di recinzione perimetrale, per cui non è prevista la presenza di popolazione all'interno dell'area dell'impianto;
- 3) cabina di consegna MT a 15kV con $I_N=55,5$ A;
- 4) cabina di trasformazione MT/BT, Q.DDI $I_N=1.443$ A;
- 5) assenza di postazioni di lavoro con PC;
- 6) collegamenti underground (prof. posa 60cm) in BT tra QDDG, posti in campo, e cabina di trasformazione con $I_{N\text{ MAX}}=162$;
- 7) collegamenti underground (prof. posa ≥ 65 cm) in DC tra generatore FTV ed inverter, con $I_{N\text{ MAX}}=14,41$ A.

Nel caso specifico dell'impianto in oggetto, con riferimento alla Tabella 1 "Luoghi di lavoro ed

apparecchiature conformi a priori" alla voce T.1.19 individuamo le Reti di alimentazione elettrica (50Hz) e circuiti di distribuzione e trasmissione dell'elettricità con correnti non superiori a 100A, compresi cablaggi, trasformatori ecc.; pertanto i dispositivi elettrici indicati ai punti 3) e 7), compresi nella Tabella 1, risultano "conformi a priori", in quanto il valore delle correnti è inferiore a 100A.

Per i punti 4) e 6), che non soddisfano i criteri indicati nella Tabella 1, occorre effettuare un'ulteriore valutazione, secondo i criteri indicati nell'Allegato F, in riferimento alla Tabella 2 voce T.2.16.

L'Allegato F indica il metodo per valutare se l'alimentazione elettrica è conforme ai valori limite di esposizione. Esso tratta i servizi del cablaggio elettrico all'interno di un luogo di lavoro, nonché i servizi di distribuzione e trasmissione aerea e sotterranea dell'elettricità, che attraversano o sono adiacenti al luogo di lavoro. Le informazioni dell'Allegato F si applicano sia al funzionamento normale che alla manutenzione di tali servizi.

La conformità ai limiti di esposizione si dimostra dando prova che il personale è sempre a una distanza superiore alla distanza minima, dai conduttori attraversati da correnti elevate.

L'intensità del campo B (in μT) si calcola con la formula: $B=0,2 I / D$; pertanto l'intensità del campo B è direttamente proporzionale alla corrente I ed inversamente proporzionale alla distanza D.

Con riferimento al punto 4), premesso che non sono previste postazioni di lavoro in prossimità, applicando la formula sopra indicata, per il calcolo della distanza D, si ha: $D=0,2 \times 1.443A / 499\mu T = 0,58m$; pertanto, il valore di azione del campo elettromagnetico, per il presunto lavoratore, risulta ininfluente se si rispetta una distanza pari a 0,60m.

Con riferimento al punto 6), premesso che non sono previste postazioni di lavoro in prossimità, applicando la formula sopra indicata, per il calcolo della distanza D, si ha: $D=0,2 \times 162A / 499\mu T = 0,06m$; pertanto, il valore di azione del campo elettromagnetico, per il presunto lavoratore, risulta ininfluente se si rispetta una distanza pari a 0,10m.

Nel caso in cui il lavoratore che interviene sull'impianto per manutenzione straordinaria, permanga per un tempo superiore alle 4 ore consecutive, dovrà essere disattivato l'impianto successivamente a tale periodo.

Il datore di lavoro è tenuto, quando l'impianto sarà a regime, ad effettuare la valutazione del rischio, in conformità al D.Lgs 81/08 ed eventualmente intervenire bonificando, con opportune schermature, quelle aree non conformi.

7) DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA) CABINA DI CONSEGNA DEL DISTRIBUTORE

In relazione alla specifica ubicazione degli impianti e/o del locale cabina sulla citata area è applicabile il criterio basato sulla DPA, distanza di prima approssimazione.

La DPA è stata calcolata sulla base della tabella riportata nell'articolo 5.2.1 dell'allegato al D.M. 29 Maggio 2008, considerando che il limite fissato dall'obiettivo di qualità di $3 \mu T$ di cui all'art. 4 del D.P.C.M. 08/07/2003 risulta rispettato per le aree ad una distanza superiore a quanto riportato nell'allegato "Rappresentazioni grafiche della fascia di rispetto e della DPA"

Per tale opera la fascia di rispetto indicata dal distributore ai fini del raggiungimento degli obiettivi di qualità indicati nel D.P.C.M. 08/07/03 è di 2 m, che risulta rispettata (vd. Progetto di rete MT vistato da

e-Distribuzione, relativo al presente progetto).

8) STIMA PRODUCIBILITA' ENERGIA FOTOVOLTAICA

Per il calcolo dell'irraggiamento dei moduli, si fa riferimento all'applicativo PVGIS (database SARAH3), fonte ufficiale dell'UE per l'estimazione fotovoltaica, considerando un rendimento dell'efficienza nominale del generatore fotovoltaico pari all' 80%.

Di seguito vengono riportati i risultati della stima relativa all'energia FTV attesa, effettuata per il generatore FTV, partendo dai valori energetici di irradiazione solare media mensile diretta e diffusa per la località oggetto dell'intervento.

La tabella seguente riporta le caratteristiche del generatore fotovoltaico, con indicata la stima dell'energia producibile attesa:

Azimut	Tilt	Numero moduli da 645Wp cad.	Potenza (kWp)	Superficie generatore (mq)	Energia attesa (kWh/a)	Producibilità specific (kWh/kWp)
0°	30°	1.550	999,75	4.187	1.411.297,08	1.411,65

9) VANTAGGI AMBIENTALI

Utilizzando l'energia solare si possono trarre importanti vantaggi ambientali, infatti, tramite la conversione fotovoltaica, il generatore FTV in oggetto, da 999,75kWp, nella sua vita media utile (25 anni), può apportare i seguenti benefici:

- risparmio di combustibili fossili pari a 8.820.606,79kg;
- produzione di CO₂ evitata pari a 26.461.820,39kg;
- emissioni di NOX evitate pari a 526.236,40kg.

Arezzo, lì 15 Luglio 2026

Il Tecnico

Per. Ind. Claudio Casi

Allegati:

- Scheda tecnica modulo fotovoltaico
- Scheda tecnica inverter
- Calcolo producibilità attesa (PVGIS)



Hi-MO **X10** Scientist

LR7-72HVD 640~665M

- Suitable for Distribution Market
- Peak efficiency with top power generation performance
- TaiRay wafer & BC technology enhances high product reliability
- More suitable for industrial and commercial cement roofs and high temperature scenarios



15-year Warranty for
Materials and Processing



30-year Warranty for Extra
Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730

ISO9001:2015: ISO Quality Management System

ISO14001: 2015: ISO Environment Management System

ISO45001: 2018: Occupational Health and Safety

IEC62941: Guideline for module design qualification and type approval

LONGi



24.6%
MAX MODULE
EFFICIENCY

0~3%
POWER
TOLERANCE

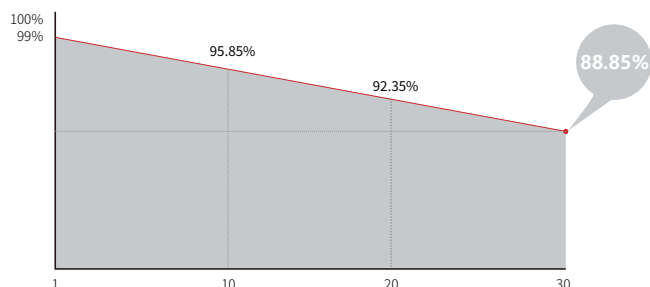
<1%
FIRST YEAR
POWER DEGRADATION

0.35%
YEAR 2-30
POWER DEGRADATION

BC-CELL
LOWER OPERATING
TEMPERATURE

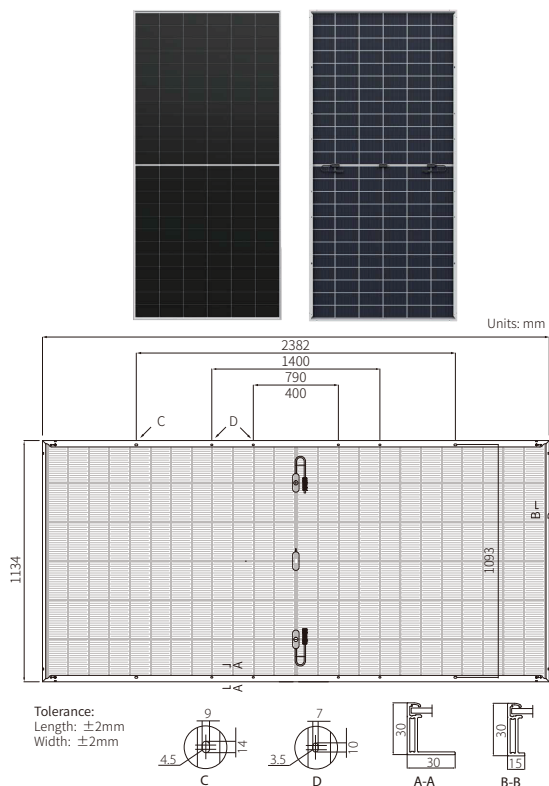
Additional Value

30-Year Power Warranty



Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +400, -200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Dual glass, 2.0+2.0mm semi-tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	33.5kg
Dimension	2382×1134×30mm
Packaging	36pcs per pallet / 144pcs per 20' GP / 720pcs per 40' HC



Electrical Characteristics

STC : AM1.5 1000W/m² 25°C

NOCT : AM1.5 800W/m² 20°C 1m/s

Test uncertainty for Pmax: ±3%

Module Type	LR7-72HVD-640M		LR7-72HVD-645M		LR7-72HVD-650M		LR7-72HVD-655M		LR7-72HVD-660M		LR7-72HVD-665M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	640	487	645	491	650	495	655	499	660	502	665	506
Open Circuit Voltage (Voc/V)	54.02	51.34	54.12	51.43	54.22	51.53	54.32	51.62	54.42	51.72	54.52	51.81
Short Circuit Current (Isc/A)	14.98	12.03	15.06	12.10	15.14	12.16	15.22	12.22	15.30	12.29	15.35	12.33
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	44.67	42.45	44.77	42.55	44.87	42.64	44.97	42.74	45.07	42.83	45.17	42.93
Current at Maximum Power (Imp/A)	14.33	11.49	14.41	11.55	14.49	11.61	14.57	11.68	14.65	11.75	14.72	11.80
Module Efficiency(%)	23.7		23.9		24.1		24.2		24.4		24.6	

Electrical characteristics with different rear side power gain (Taking 665W as the baseline)

Pmax /W	Voc/V	Isc /A	Vmp/V	Imp /A	Pmax gain
688	54.32	15.98	44.97	15.30	5%
721	54.32	16.74	44.97	16.03	10%
755	54.42	17.50	45.07	16.76	15%
788	54.42	18.26	45.07	17.48	20%
821	54.42	19.03	45.07	18.21	25%

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ 3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC)
Maximum Series Fuse Rating	30A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Bifaciality	70±5%
Fire Rating	UL type 29 IEC Class C

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.200%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.260%/°C

3PH 100KTL-V4/110KTL-V4

Inverter di stringa trifase



- » Rendimento massimo 98,6%
- » Grado di protezione IP66
- » Arc Fault Circuit Interruption e String Fault Monitoring integrati
- » Convenzione forzata con raffreddamento a velocità controllata
- » Funzione PID Recovery disponibile
- » Dispositivi di protezione di sovratensione classe II (AC e DC)
- » Garanzia ZCS di 10 anni
- » Intervallo operative da 180V a 1000v e fino a 10 canali MPPT indipendenti per una migliore flessibilità di configurazione



DATI TECNICI	3PH 100KTL-V4	3PH 110KTL-V4
Dati tecnici ingresso DC		
Potenza DC Tipica*	120000W	132000W
Massima Potenza DC per ogni MPPT		20000W
N. MPPT indipendenti/N. stringhe per MPPT		10/2
Tensione massima di ingresso DC		1100V
Tensione di attivazione		200V
Tensione nominale di ingresso DC		625V
Intervallo MPPT di tensione DC		180V-1000V
Intervallo di tensione DC a pieno carico		500V-850V
Massima corrente in ingresso per ogni MPPT		40A
Massima corrente assoluta per ogni MPPT		50A
Dati tecnici uscita AC		
Potenza nominale AC	100kW	110kW
Potenza massima AC	110kVA	125kVA
Massima corrente AC per fase	160A	181A
Tipologia connessione/Tensione nominale di rete	Trifase 3PH/N/PE 220V/230V/240V (PH-N); 380V/400V/415V (PH-PH) o Trifase 3PH/PE 380V/400V/415V (PH-PH)	
Intervallo tensione di rete	179V~276V (PH-N); 310V~480V (PH-PH) (secondo gli standard di rete locali)	
Frequenza nominale di rete	50Hz/60Hz	
Intervallo di frequenza di rete	45Hz~55Hz / 55Hz~65Hz (secondo gli standard di rete locali)	
Distorsione armonica totale	<3%	
Fattore di potenza	1 (programmabile +/-0.8)	
Intervallo di regolazione della Potenza Attiva (impostabile)	0~100%	
Limitazione immissione in rete	Immissione regolabile da zero al valore di potenza nominale**	
Efficienza		
Efficienza massima	98.6%	
Efficienza pesata (EURO)	98.3%	
Efficienza MPPT	>99.9%	
Consumo notturno	<1W	
Protezioni		
Protezione di interfaccia interna	No	
Protezioni di sicurezza	Anti islanding, RCMU, Ground Fault Monitoring	
Protezioni di sicurezza abilitabili	Arc Fault Circuit Interruption, PID Recovery	
Protezione da inversione di polarità DC	Sì	
Sezionatore DC	Integrato	
Protezione da surriscaldamento	Sì	
Categoria Sovratensione/Classe di protezione	Categoria sovratensione III / Classe protezione I	
Scaricatori integrati	AC/DC: Tipo 2 standard	
Standard		
EMC	EN 61000-6-2/4, EN 61000-3-11/12	
Safety standard	IEC 62109-1/2	
Standard di connessione alla rete	Certificati e standard di connessione disponibili su www.zcsazzurro.com	
Comunicazione		
Interfacce di comunicazione (opzionali)	Wi-Fi/4G/Ethernet (opzionali), RS485 (protocollo proprietario), USB, Bluetooth	
Informazioni Generali		
Intervallo di temperatura ambiente ammesso	-30°C...+60°C (limitazione di potenza sopra i 45°C)	
Topologia	Transformerless	
Grado di protezione ambientale	IP66	
Intervallo di umidità relativa ammesso	0%.....100%	
Massima altitudine operativa	4000m	
Rumorosità	< 60dB @ 1mt	
Peso	75 kg	
Raffreddamento	Convezione forzata da ventole	
Dimensioni (A*L*P)	695 mm*970mm *325 mm	
Monitoraggio dati	Display LCD + APP	
	10 anni	
Garanzia	(NB: è necessaria una registrazione alla pagina ESTENSIONE GARANZIA del sito zcsazzurro.com per ottenere l'estensione della garanzia)	

* La potenza DC tipica non rappresenta un limite massimo di potenza applicabile. Il configuratore online disponibile sul sito www.zcsazzurro.com fornirà le possibili configurazioni applicabili

** Possibile utilizzando meter specifico

Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

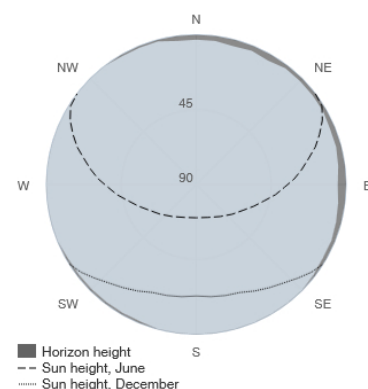
Provided inputs:

Latitude/Longitude: 43.313,11.901
Horizon: Calculated
Database used: PVGIS-SARAH3
PV technology: Crystalline silicon
PV installed: 1 kWp
System loss: 12.12 %

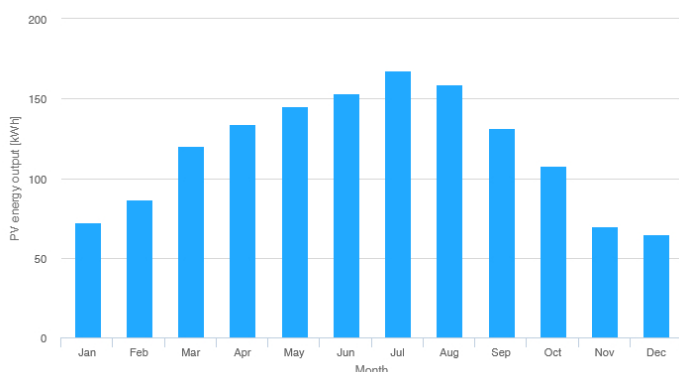
Simulation outputs

Slope angle: 30 °
Azimuth angle: 0 °
Yearly PV energy production: 1411.65 kWh
Yearly in-plane irradiation: 1764.59 kWh/m²
Year-to-year variability: 67.59 kWh
Changes in output due to:
Angle of incidence: -2.86 %
Spectral effects: 1.08 %
Temperature and low irradiance: -7.29 %
Total loss: -20 %

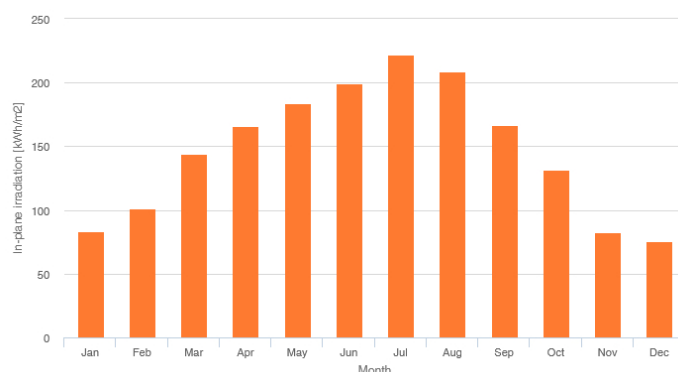
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

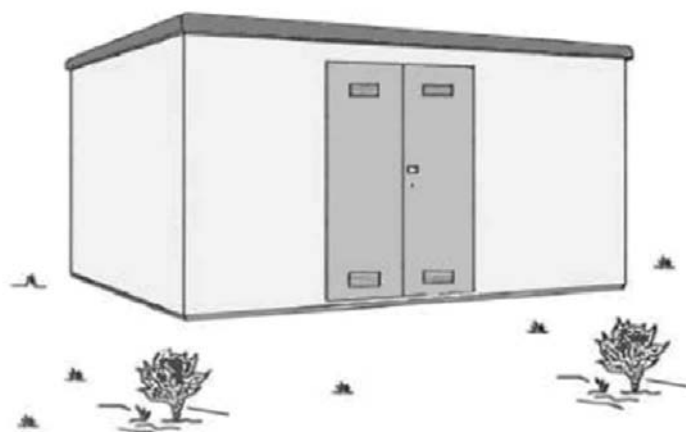
Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	72.2	83.4	14.0
February	86.5	101.5	12.7
March	120.5	144.0	20.1
April	133.8	165.7	14.0
May	145.5	183.5	18.5
June	153.1	199.6	9.7
July	167.8	222.1	7.9
August	158.8	208.5	7.7
September	131.5	166.7	8.5
October	107.8	131.9	11.5
November	69.6	82.5	11.6
December	64.6	75.3	9.3

E_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].

H(i)_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

B10 – CABINA SECONDARIA TIPO BOX O SIMILARI, ALIMENTATA IN CAVO SOTTERRANEO – TENSIONE 15 KV O 20 KV

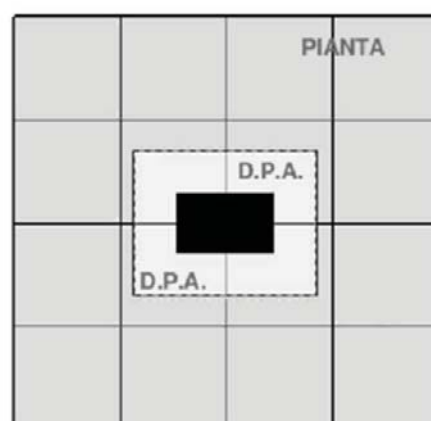


RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



 $< 3 \mu T$

 $> 3 \mu T$



DIAMETRO DEI CAVI (m)	TIPOLOGIA TRASFORMATORE (KVA)	CORRENTE (A)	DPA (m) filo parete esterna	RIF.TO
Da 0,020 a 0,027	250	361	1,5	B10a
	400	578	1,5	B10b
	630	909	2,0	B10c